

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Nowoczesne powłoki barierowe na krytyczne części silnika

Modern barrier covers on critical engine parts

Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Rzeszowski

Wyniki badań Results

Wyniki badań Results

Wyniki badań Results

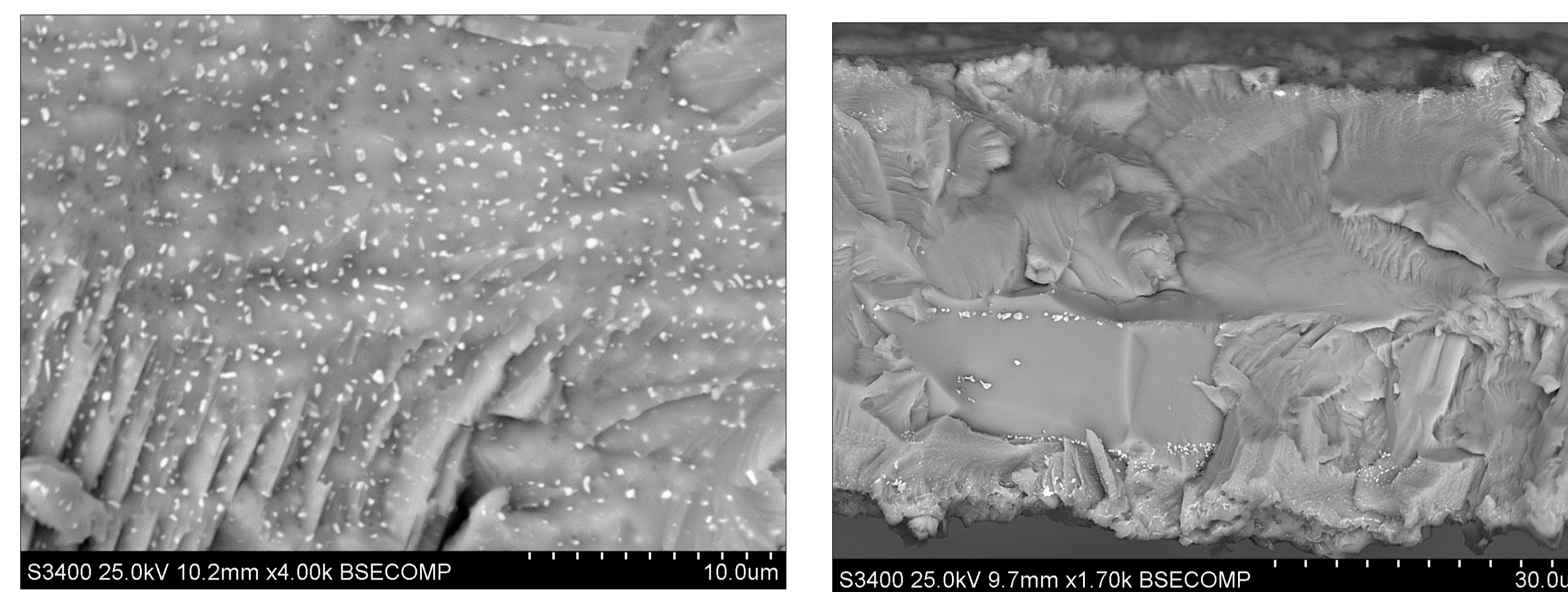
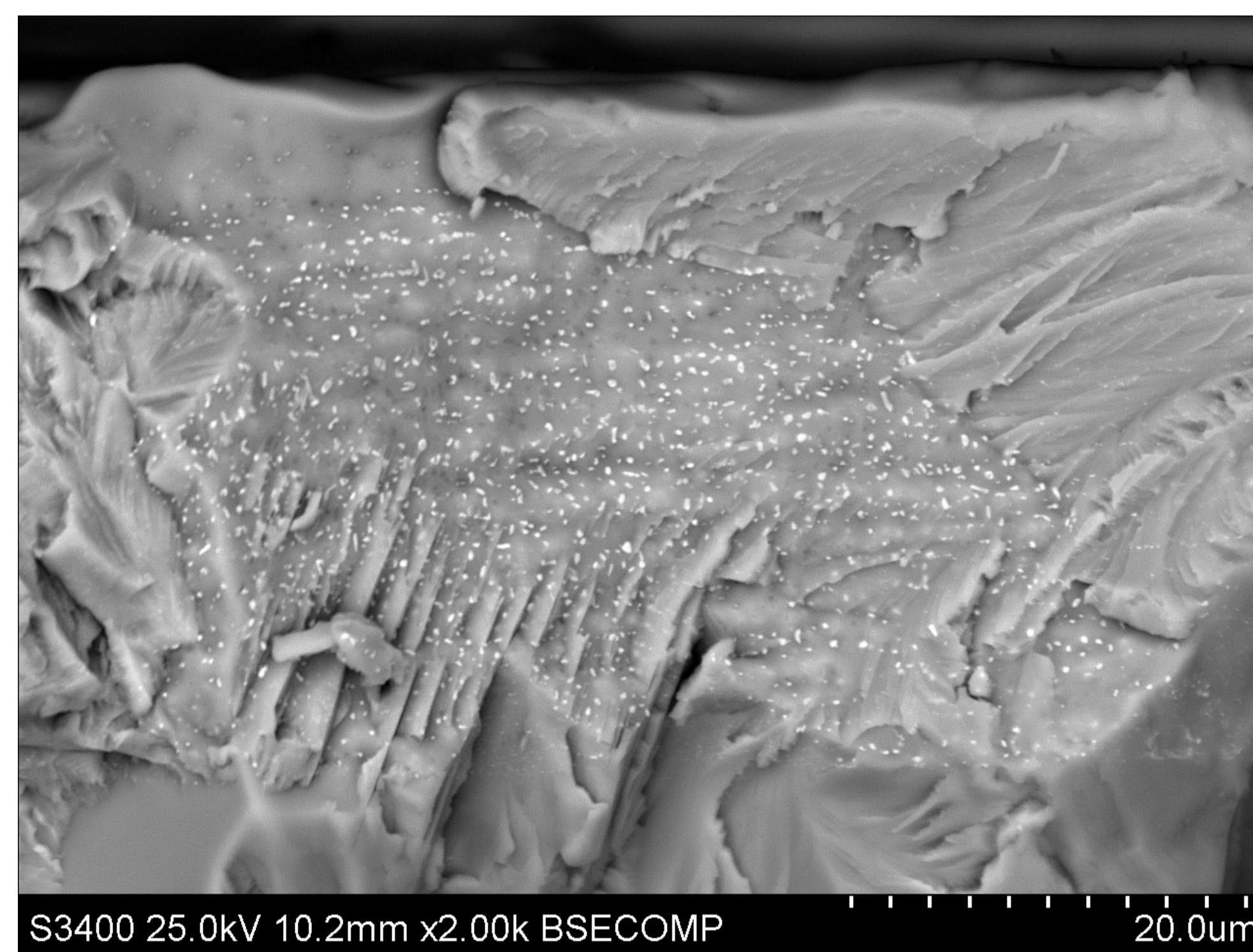
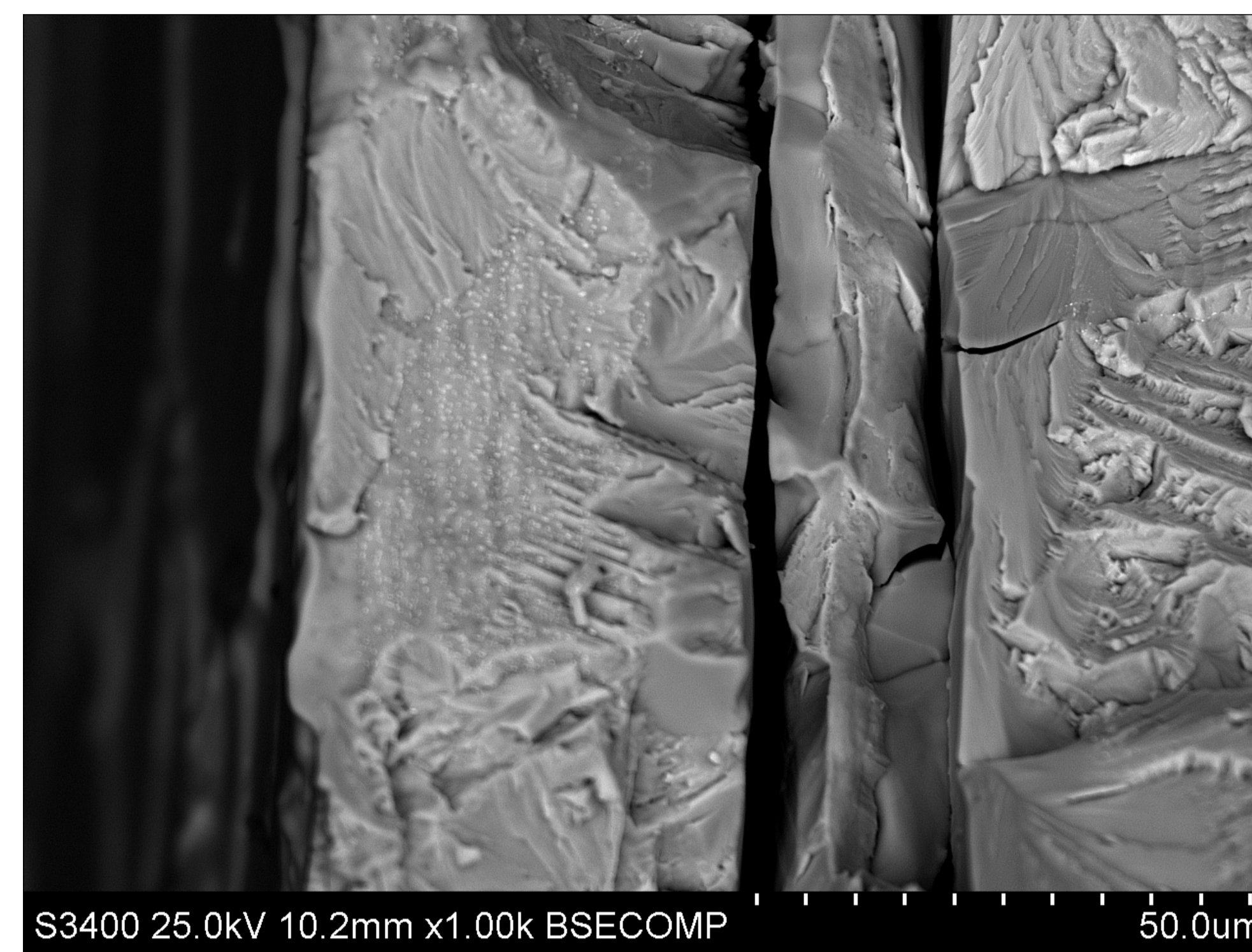
Streszczenie

W projekcie dokonano również eksperymentalnego połączenia dwóch metod aluminizacji – VPA i CVD. Jako materiał podłoża zastosowano stop Inconel 713. Celem było wytworzenie warstwy modyfikowanej większą ilością Zr niż uzyskiwane w procesie CVD. Rezultaty badań wskazały na problem z korozją międzykryształiczną w obszarze ziaren fazy NiAl przez co konieczny jest precyzyjny dobór warunków procesu cyrkonio-aluminizacji. Powstałe wady w mikrostrukturze warstwy nie spowodowały pogorszenia właściwości warstwy ceramicznej wytworzonej metodą PS-PVD. Zawartość cyrkonu w strefie zewnętrznej wynosiła w przypadku drugiego z wariantów procesu 2-3 at.%. W dalszym etapie opracowano próbki-wzorce do badań składu chemicznego próbek z powłokami metodą ICP poprzez przealuminizowanie cienkich folii niklowych. Wykonano także procesy aluminizacji z dodatkowym modyfikowaniem hafnem

ABSTRACT

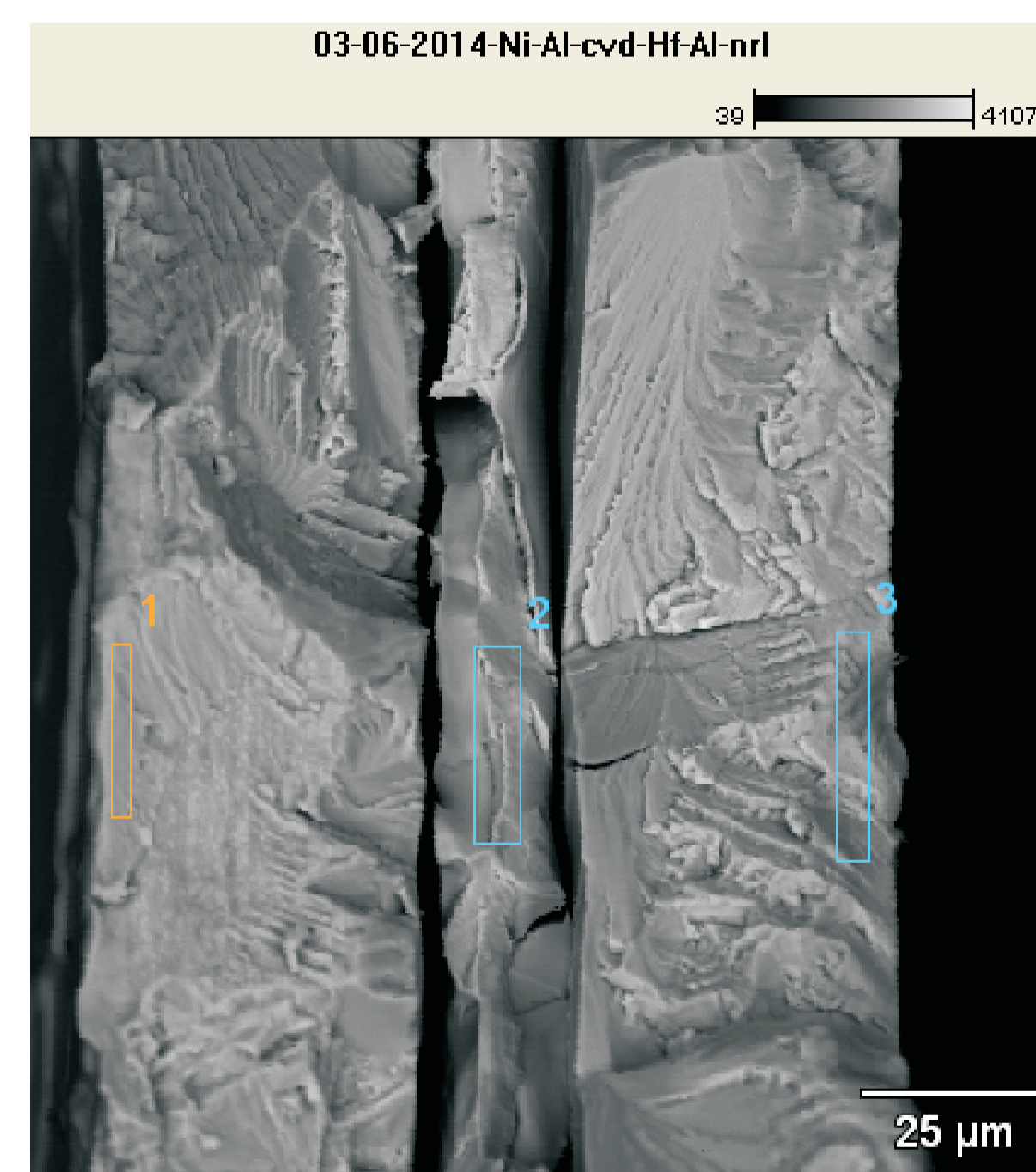
In experimental trial to connect aluminizing methods: VPA and CVD. Inconel 713 alloy was used as the base material. The purpose of the process was to obtain a layer modified with more Zr than the coatings deposited by CVD. The conducted tests revealed intercrystalline corrosion in the area of β -NiAl phase granules, which indicates that precise selection of processing conditions is the key factor for Zr-modified aluminizing. The resultant microstructural faults of the layer, however, didn't impair the properties PS-PVD-deposited ceramic layer. The zirconium content in the outer zone equalled 2-3 at.%, in the second variety of the process.

The methodology of ICP chemical composition of aluminide coatings was investigated. The thin nickel foil was aluminized for cross-section. The hafno-aluminizing process using CVD method was conducted as well. The surface morphology and chemical composition analysis were conducted

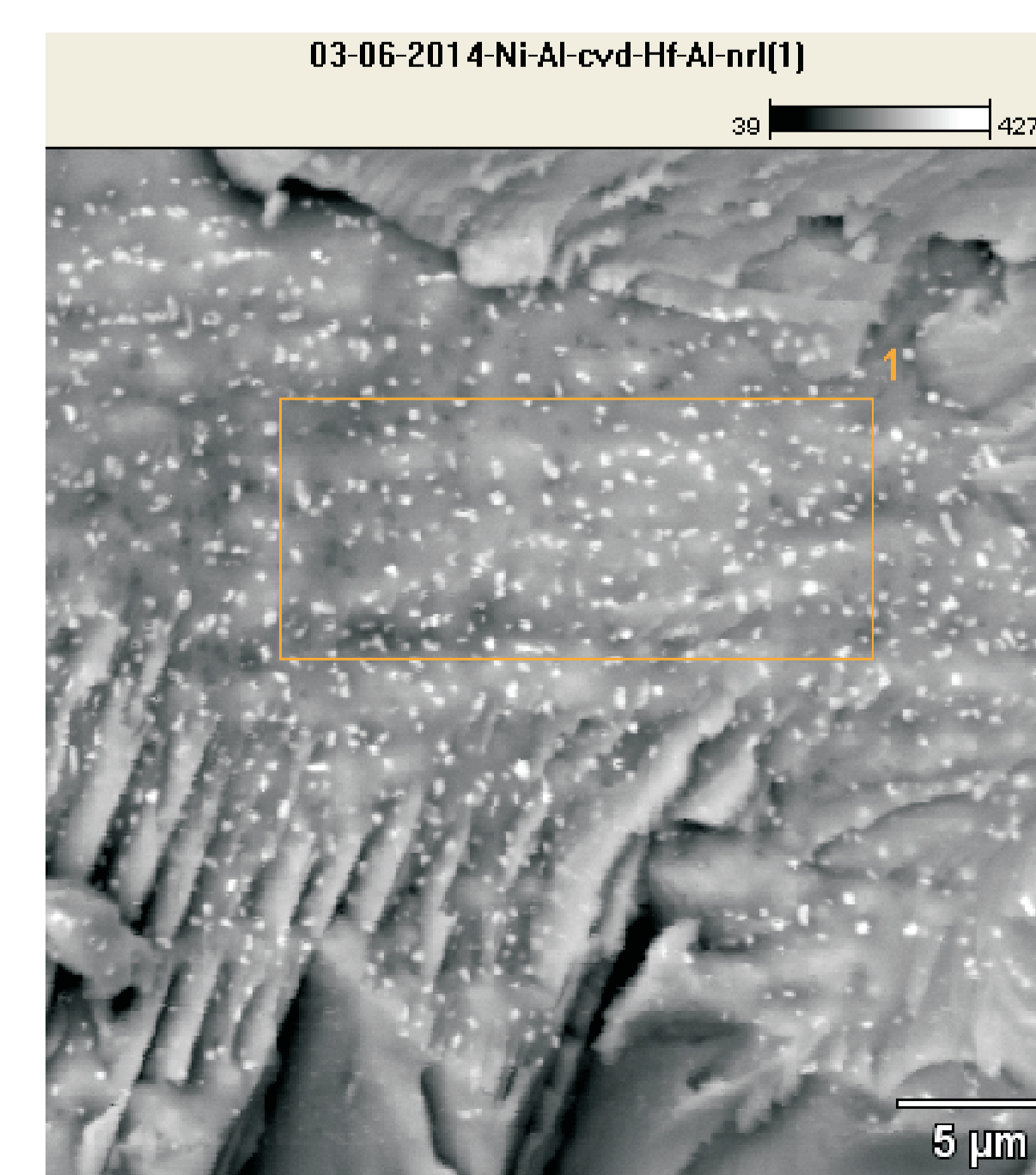


Mikrostruktura oraz morfologia cienkiej folii poddanej aluminizacji dyfuzyjnej w celu użycia do badań składu chemicznego metodą ICP

Microstructure and morphology of Ni foil prepared for chemical composition analysis of aluminide coatings using ICP method



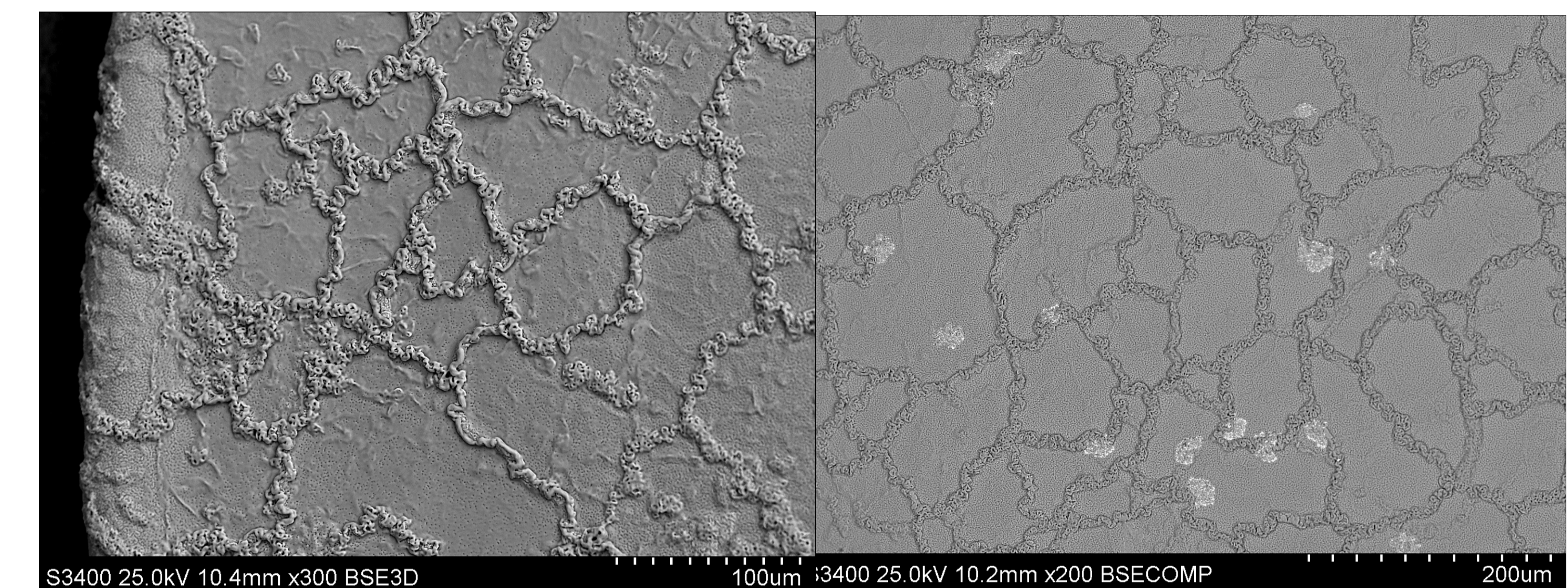
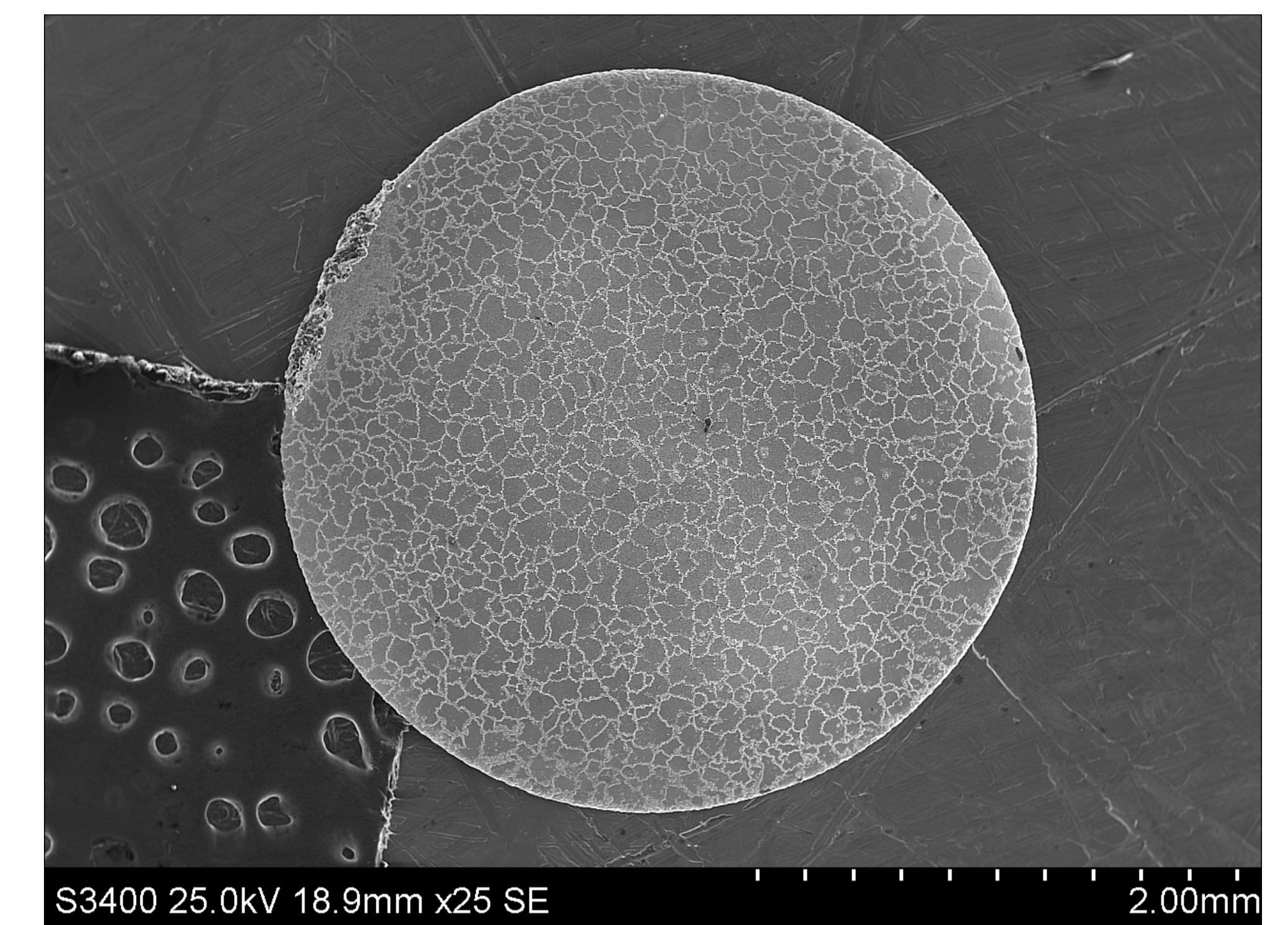
Point/Area	Al	Ni	Mo	Hf
1	38.27	60.83	0.05	0.86
2	21.10	78.39	0.52	1.12
3	53.18	45.70		



	Atom %		
	Al	Ni	Hf
1	36.05	61.97	1.98

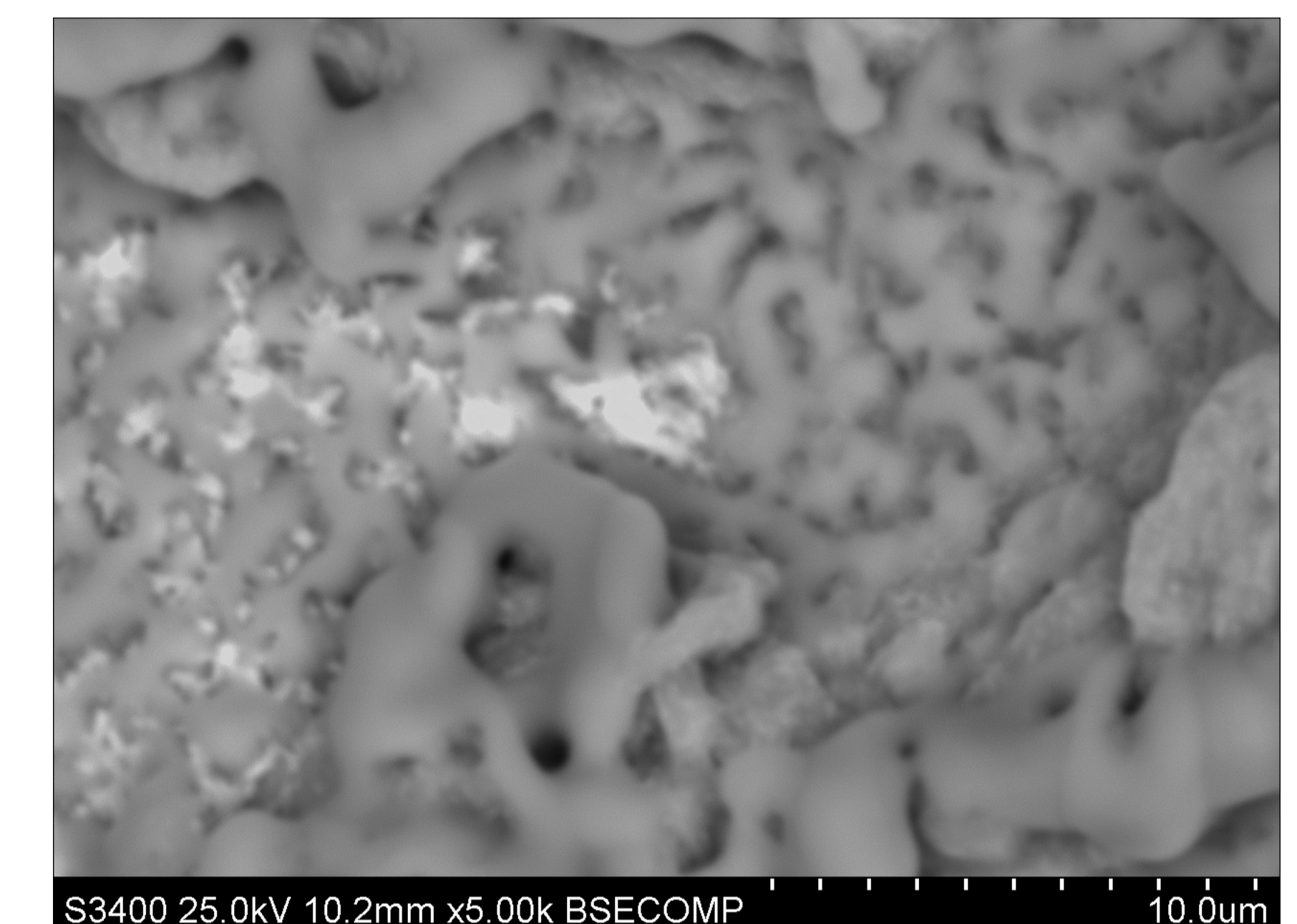
Wyniki analizy składu chemicznego na przekroju przygotowanej folii niklowej

The results of chemical composition analysis of aluminized Ni foil in selected areas

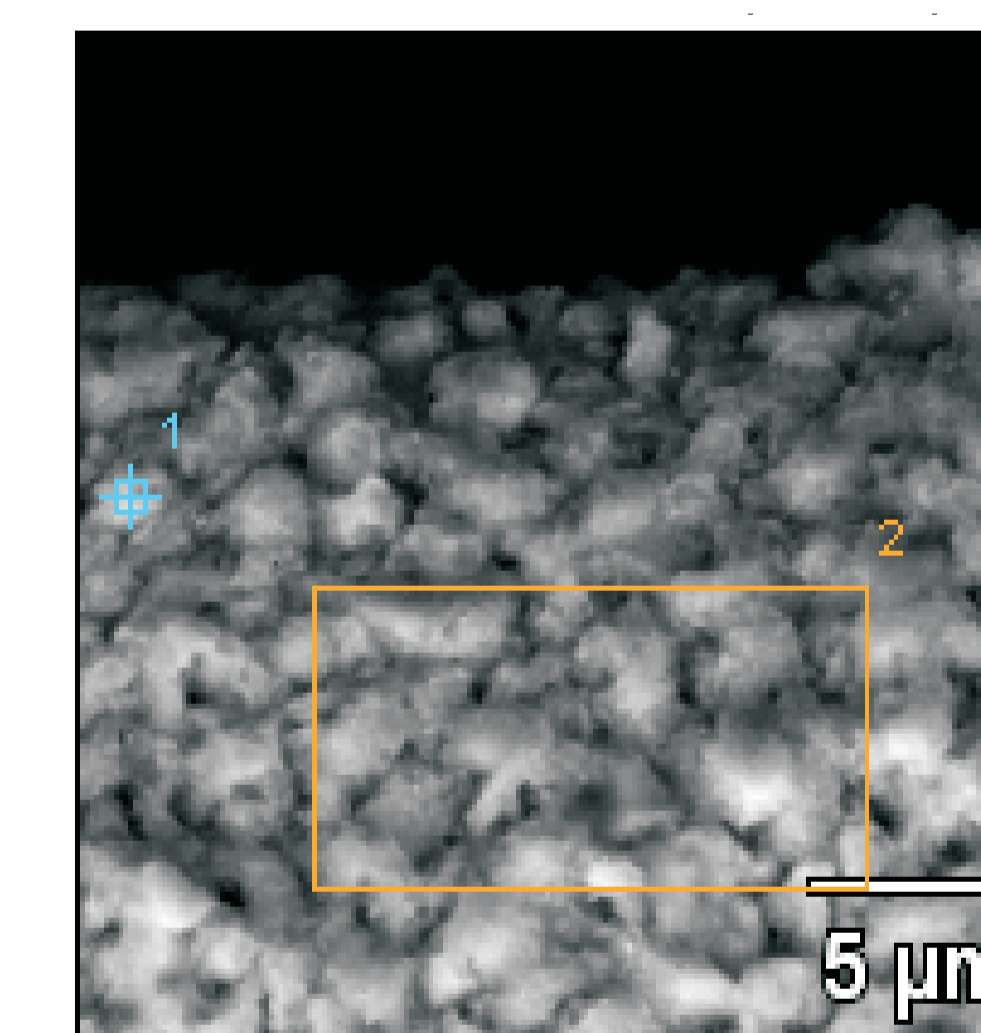


Morfologia warstwy aluminidkowej wytworzonej na podłożu stopu Rene 80 w wyniku aluminizacji niskoaktywnej z wprowadzaniem hafnu

The surface morphology of Hf-modified aluminide coating obtained by CVD low activity aluminizing process



Area	Atom %			
	Al	Fe	Ni	Hf
1	38.71	3.87	53.33	4.08



Area	Al	Cr	Fe	Co	Ni	Hf	Ta
1	51.12	0.07	1.00	0.06	43.72	3.84	0.18
2	41.60	0.19	1.53		51.59	5.09	

Wyniki analizy składu chemicznego w wybranych obszarach powierzchni próbki z dyfuzyjną warstwą aluminidkową modyfikowaną hafnem

Results of EDS analysis in selected areas of sample with Hf-modified aluminide coating

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Examples of application in aviation

Powłokowe bariery cieplne stosowane są do ochrony powierzchni elementów części gorącej silnika lotniczego np. łopatek turbiny pierwszego stopnia, elementów komory spalania itp.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

Collaboration with aviation industry

W ramach zadania badawczego aluminizacja metodą VPA wykonano we współpracy z WSK PZL-Rzeszów SA,

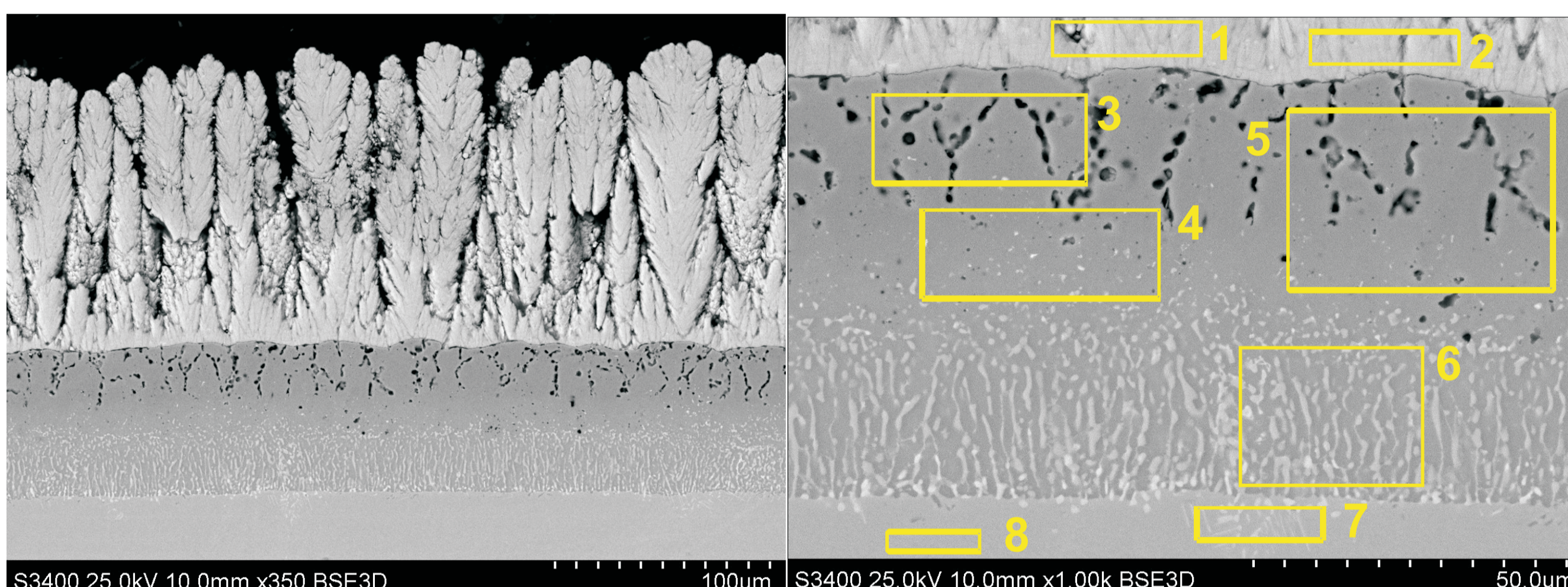
Wskaźniki realizacji celów projektu

Indicators of the project

Publikacje

- Ryszard Filip, Marek Góral, Marcin Zawadzki, Andrzej Nowotnik, Maciej Pytel: *The influence of long-term heat treatment on microstructure of Zr-modified aluminide coating deposited by CVD method on MARM200+Hf nickel superalloy*, Key Engineering Materials Vols. 592-593 (2014) pp 469-472
- Marek Góral, Stanisław Dudek, Ryszard Filip, Jan Sieniawski: *Microstructure of Thermal Barrier Coatings (TBC's) obtained by using plasma spraying and VPA methods*, Materials Science Forum Vols. 706-709 (2012) pp 2412-2417
- Marek Góral, Maciej Pytel, Ryszard Filip, Jan Sieniawski: *The influence of turbine blade geometry and process parameters on the structure of Zr modified aluminide coatings deposited by CVD method on the ZS6K nickel superalloy*, Solid State Phenomena Vol. 197 (2013) pp 58-63
- Filip Ryszard, Nowotnik Andrzej, Góral Marek: *Zirconia Modified Aluminide Coatings Deposited by VPA and CVD Methods*, Solid State Phenomena Vols. 203-204 (2013) pp 220-223
- Małgorzata Zielińska, Mariana Zagula-Yavorska, Jan Sieniawski, Ryszard Filip: *Microstructure And Oxidation Resistance Of An Aluminide Coating On The Nickel Based Superalloy Mar M247 Deposited by the CVD Aluminizing Process*, Archives of Metallurgy and Materials Vol. 58(2012) pp 697-701

Wyniki badań Results



Point/Area	O	Al	Ti	Cr	Co	Ni	Y	Zr	Nb	Mo	W
1	58.17	0.28				0.54	4.96	36.06			
2	55.03	1.33	0.01			1.96	5.27	36.40			
3		47.88		1.02		48.24		2.86			
4		42.62		3.00		53.00		1.38			
5		46.25		2.45		49.15		2.06		0.09	
6		22.53	2.24	19.27	0.24	45.20		2.40	4.52	3.60	
7		14.06	1.87	15.19	0.60	62.25		0.00	3.14	2.88	
8		12.95	1.15	14.08		68.23			1.66	1.84	0.08

Mikrostruktura warstwy aluminidkowej wytworzonej metodami VPA oraz CVD z wynikami analizy EDS z naniesioną warstwą ceramiczną

The microstructure of Zr-modified coating produced in the first process: VPA aluminizing and CVD zirconoaluminizing (5h), with marked areas of EDS microanalysis with deposited ceramic coating

